



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년05월28일
(11) 등록번호 10-1267900
(24) 등록일자 2013년05월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G09G 3/34 (2006.01) G09G 3/32 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-7013699
(22) 출원일자(국제) 2009년12월16일
심사청구일자 2012년08월23일
(85) 번역문제출일자 2011년06월15일
(65) 공개번호 10-2011-0100219
(43) 공개일자 2011년09월09일
(86) 국제출원번호 PCT/US2009/006594
(87) 국제공개번호 WO 2010/080113
국제공개일자 2010년07월15일
(30) 우선권주장
12/337,668 2008년12월18일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
KR100846970 B1
KR1020070056076 A
US20050179628 A1
JP2003108073 A

(73) 특허권자
글로벌 오엘이디 테크놀로지 엘엘씨
미국 버지니아 20171 헌던 스위트 330 13873 파크
센터 로드
(72) 발명자
리베이 찰스 아이
미국 뉴욕 14650 로체스터 343 스테이트 스트리트
레온 펠립 안토니오
미국 뉴욕 14650 로체스터 343 스테이트 스트리트
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김용인, 석혜선

전체 청구항 수 : 총 17 항

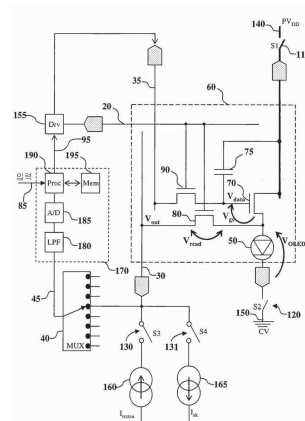
심사관 : 조기덕

(54) 발명의 명칭 노화보상을 갖는 디지털-드라이브 전계발광 디스플레이

(57) 요약

디지털 드라이브 방식으로 구동되는 전계발광(EL) 서브픽셀은 드라이브 트랜지스터가 비도전성일 때 전류에 의해 구동되는 리드아웃 트랜지스터를 갖는다. 이는 EL 이미터의 효율을 나타내는 노화신호가 계산될 수 있는 이미터-전압 신호를 생성한다. 노화신호는 활성화될 때 서브픽셀의 전류에서 손실을 결정할 수 있고 전압 상승과 EL 이미터의 효율손실을 보상하기 위해 증가된 온-타임을 제공하도록 입력신호가 조절된다. 온도로 인한 변화들도 또한 보상될 수 있다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

해머 존 더블유

미국 뉴욕 14650 로체스터 343 스테이트 스트리트

패럿 게리

미국 뉴욕 14650 로체스터 343 스테이트 스트리트

화이트 크리스토퍼 제이슨

미국 뉴욕 14650 로체스터 343 스테이트 스트리트

특허청구의 범위

청구항 1

EL 서브픽셀에서 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법으로서,

- (a) 제 1 전극, 제 2 전극 및 게이트 전극을 각각 갖는 드라이브 트랜지스터와 리드아웃 트랜지스터, 및 EL 이미터를 구비하는 EL 서브픽셀을 제공하는 단계와,
 - (b) 제 1 전압원과 드라이브 트랜지스터의 제 1 전극에 상기 제 1 전압원을 선택적으로 연결시키기 위해 제 1 스위치를 제공하는 단계와,
 - (c) 드라이브 트랜지스터의 제 2 전극에 EL 이미터의 제 1 단자를 연결시키는 단계와,
 - (d) EL 이미터의 제 2 단자에 연결된 제 2 전압원을 제공하는 단계와,
 - (e) 드라이브 트랜지스터의 제 2 전극에 리드아웃 트랜지스터의 제 1 전극을 연결시키는 단계와,
 - (f) 전류원과 리드아웃 트랜지스터의 제 2 전극에 상기 전류원을 선택적으로 연결시키는 제 3 스위치를 제공하는 단계와,
 - (g) 리드아웃 트랜지스터의 제 2 전극에 연결된 전압측정회로를 제공하는 단계와,
 - (h) 제 1 스위치를 열고, 제 3 스위치를 닫으며, 전압측정회로에 의해 리드아웃 트랜지스터의 제 2 전극에서 전압을 적어도 2회 측정하고, 적어도 2회 측정들에 응답해서 제 1 이미터-전압신호를 제공하는 단계와,
 - (i) EL 이미터의 특징을 나타내는 노화신호를 제공하기 위해 제 1 이미터-전압신호를 이용하는 단계와,
 - (j) 입력 신호를 수신하는 단계와,
 - (k) 보상 드라이브 신호를 생성하기 위해 노화신호와 입력신호를 이용하는 단계와,
 - (l) 보상 드라이브 신호에 해당하는 셀렉트 온-타임(selected on-time) 동안 드라이브 트랜지스터의 게이트 전극에 셀렉트 드라이브 전압을 제공하는 단계와,
 - (m) EL 이미터를 제 2 전압원에 선택적으로 연결하기 위한 제 2 스위치를 제공하는 단계와,
 - (n) 전류싱크와 리드아웃 트랜지스터의 상기 제 2 전극에 전류싱크를 선택적으로 연결하기 위한 제 4 스위치를 제공하는 단계와,
 - (o) 제 1 스위치를 닫고, 제 2 스위치를 열며, 제 3 스위치를 열고, 제 4 스위치를 닫는 단계와, 드라이브 트랜지스터의 게이트 전극에 셀렉트 테스트 전압을 제공하는 단계와,
 - (p) 셀렉트 제 1 전류가 드라이브 트랜지스터의 제 1 및 제 2 전극을 통과하게 하도록 전류싱크를 이용하는 단계와, 제 1 트랜지스터-전압 신호를 제공하기 위해 리드아웃 트랜지스터의 제 2 전극에서 전압을 측정하는 단계와,
 - (q) 셀렉트 제 2 전류가 드라이브 트랜지스터의 제 1 및 제 2 전극을 통과하게 하도록 전류싱크를 이용하는 단계와, 제 2 트랜지스터 전압신호를 제공하기 위해 리드아웃 트랜지스터의 제 2 전극에서 전압을 측정하는 단계를 포함하고,
- 셀렉트 드라이브 전압으로 인해 드라이브 트랜지스터가 EL 이미터의 특징 변화를 보상하도록 셀렉트 온-타임 동안 선형영역에서 동작되며,
- 제 2 전류는 제 1 전류와 다르며,
- 상기 단계 (h)는
- (1) 제 1 이미터-전압신호를 제공하기 위해 제 1 시간에서 리드아웃 트랜지스터의 제 2 전극에서 전압을 측정하는 단계와,
 - (2) 제 1 이미터-전압 신호를 저장하는 단계와,

(3) 제 2 이미터-전압신호를 제공하기 위해, 제 1 시간과는 다른 제 2 시간에서 리드아웃 트랜지스터의 제 2 전극에서 전압을 측정하는 단계와,

(4) 제 2 이미터-전압 신호를 저장하는 단계와,

(5) 제 2 스위치를 닫고 제 4 스위치를 여는 단계를 더 포함하고,

상기 단계(i)는 노화신호를 제공하기 위해 제 2 이미터-전압 신호와 제 1 및 제 2 트랜지스터-전압 신호를 추가로 이용하는 단계를 더 포함하는 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

EL 이미터의 특징 변화는 EL 이미터의 노화에 의해 야기되는 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

EL 이미터의 특징 변화는 EL 이미터의 온도 변화에 의해 야기되는 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

제 2 전압원에 EL 이미터를 선택적으로 연결하기 위한 제 2 스위치를 제공하는 단계를 더 포함하고, 단계(h)는 제 2 전압원에 EL 이미터를 연결하기 위해 제 2 스위치를 닫는 단계를 더 포함하는 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

제 1 항에 있어서,

전압측정회로는 아날로그-디지털 컨버터를 포함하는 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

복수의 EL 서브픽셀을 제공하는 단계를 더 포함하고,

단계(h) 및 단계(i)는 복수의 해당 노화신호를 생성하기 위해 각 EL 서브픽셀에 대해 수행되며, 단계(j) 내지(1)은 해당 노화신호를 이용해 복수의 서브픽셀 각각에 대해 수행되는 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

단계(h)는 전류원이 복수의 EL 서브픽셀들 각각에서 각각의 EL 이미터에 셀렉트 테스트 전류를 동시에 제공하는 동안 이런 복수의 EL 서브픽셀들에 대해 수행되는 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

EL 서브픽셀이 행렬로 배열되어 있고, 각 EL 서브픽셀은 해당 셀렉트 트랜지스터를 가지며, 해당 셀렉트 트랜지

스터의 게이트 전극에 연결된 복수의 행 셀렉트 라인들과 해당 리드아웃 트랜지스터의 제 2 전극에 연결된 복수의 리드아웃 라인들을 제공하는 단계를 더 포함하는 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

해당 셀렉트 트랜지스터의 각각의 제 1 전극에 연결된 복수의 데이터 라인들을 제공하는 단계를 더 포함하고, 단계(1)는 드라이브 트랜지스터의 게이트 전극에 셀렉트 드라이브 전압을 제공하기 위해 게이트 드라이버가 행 셀렉트 라인들에 연결되고 소스 드라이버가 데이터 라인에 연결된 드라이브 회로를 제공하는 단계를 포함하는 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

해당 제 1 이미터-전압 신호를 제공하기 위해 복수의 EL 서브픽셀들 각각을 순차적으로 측정하기 위한 복수의 리드아웃 라인들에 연결된 멀티플렉서를 이용하는 단계를 더 포함하는 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

드라이브 트랜지스터의 게이트 전극에 연결된 셀렉트 트랜지스터를 더 제공하는 단계를 포함하고, 셀렉트 트랜지스터는 리드아웃 트랜지스터의 게이트 전극에 연결된 게이트 전극을 포함하는 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

각 EL 이미터는 OLED 이미터이고, 각 EL 서브픽셀은 OLED 서브픽셀인 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

셀렉트 온-타임은 각각의 서브프레임 기간을 갖는 복수의 활성화 서브프레임들로 나누어지고, 각각의 서브프레임 기간의 합은 셀렉트 온-타임과 같은 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법.

청구항 15

제 1 항에 있어서,

각 드라이브 트랜지스터는 p-채널의 저온 폴리실리콘 드라이브 트랜지스터인 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법.

청구항 16

제 1 항에 있어서,

트랜지스터 특징에 의해 드라이브 트랜지스터 로드라인을 결정하는 단계를 더 포함하고, 단계(i)는 노화신호를 제공하기 위해 드라이브 트랜지스터 로드라인을 추가로 이용하는 단계를 더 포함하는 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법.

청구항 17

삭제

청구항 18

제 1 항에 있어서,

셀렉트 테스트 전압은 셀렉트 드라이브 전압과 같은 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법.

청구항 19

제 1 항에 있어서,

드라이브 트랜지스터 로드라인을 제공하기 위해 제 1 및 제 2 트랜지스터-전압 신호와 제 1 및 제 2 전류를 이용하는 단계를 더 포함하고, 단계 (i)는 노화신호를 제공하기 위해 드라이브 트랜지스터 로드라인을 추가로 이용하는 단계를 더 포함하는 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 고체상태 전계발광 평판 디스플레이에 관한 것으로 보다 상세하게는 전계발광 디스플레이 구성부품의 노화를 보상하는 방법을 갖는 그러한 디스플레이에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전계발광(EL) 디바이스는 수년간 알려져 왔으며 최근에는 상업용 디스플레이 디바이스에 사용되고 있다. 이런 디바이스는 액티브 매트릭스와 패시브 매트릭스 제어방식 모두를 사용하며 복수의 서브픽셀들을 이용할 수 있다. 액티브-매트릭스 제어방식에서, 각 서브픽셀은 EL 이미터와 상기 EL 이미터를 통해 전류를 구동하기 위한 드라이브 트랜지스터를 포함한다. 서브픽셀은 일반적으로 각 서브픽셀에 대한 행렬 어드레스를 갖는 2차원 어레이로 배열되어 있고, 서브픽셀에 대한 데이터 값을 갖는다. 적색, 녹색, 청색 및 백색과 같은 다른 컬러의 서브픽셀들이 픽셀을 형성하도록 그룹화된다. 액티브 매트릭스 EL 디스플레이는 코팅가능한 무기 발광다이오드, 양자도트, 및 유기 발광다이오드(OLED)를 포함한 다양한 이미터 기술들과, 비정질 실리콘(a-Si), 아연산화물, 및 저온 폴리실리콘(LTPS)을 포함한 다양한 백플레인(backplane) 기술들로 제조될 수 있다.

[0003] 저온 폴리실리콘(LTPS)과 같은 몇몇 트랜지스터 기술들은 가변 이동도와 디스플레이의 표면을 가로지르는 임계치 전압을 갖는 드라이브 트랜지스터를 생산할 수 있다(쿠오(Kuo), 유에(Yue) ed. Thin Film Transistors: Materials and Processes, vol. 2: Poly crystalline Thin Film Transistors. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2004, pg. 410-412). 이는 불쾌한 시각적 불균일을 만든다. 이들 불균일성은 디스플레이가 최종 사용자에게 판매될 때 나타나므로, 초기 불균일성, 또는 "무라(mura)"라고 한다. 도 8은 서브픽셀들 간에 특징의 차를 나타내는 서브픽셀 휘도의 예시적인 히스토그램을 도시한 것이다. 모든 서브픽셀들은 동일한 레벨로 구동되므로, 동일한 휘도를 가져야 한다. 도 8에 도시된 바와 같이, 최종 발생한 휘도는 어느 한 방향으로 20 퍼센트 씩 변한다. 이는 디스플레이 성능에 허용될 수 없다.

[0004] 디지털 드라이브 또는 펄스폭 변조 디스플레이 방식을 이용해 드라이브-트랜지스터 관련 무라를 보상하는 것이 공지되어 있다. 디스플레이의 행이 프레임 주기당 한번 씩 순차적으로 스캔되는 아날로그 드라이브 디스플레이와는 달리, 디지털 드라이브 디스플레이는 프레임당 여러 번 행들을 스캔한다. 행이 디지털 드라이브 방식으로 선택될 때마다, 행에 있는 각 서브픽셀은 선택된 레벨에서 광을 출력하도록 활성화되거나 광을 방출하지 않도록 비활성화된다. 이는 각 서브픽셀이 이용가능한 코드값(예컨대, 256)에 해당하는 복수의 레벨들 중 하나에서 광을 방출하도록 야기되는 아날로그 드라이브 디스플레이와 다르다.

[0005] 예컨대, 오우치 등(Ouchi et al.)의 미국특허 6,724,377 및 6,885,385은 각 프레임을 복수의 더 작은 서브프레임들로 나누는 것을 개시하고 있다. 이 서브프레임 구성은 데이터 기록을 위해 복수의 인터리브 시퀀스에 픽셀 회로의 행들을 활성화하는 복수의 쉬프트 레지스터에 의해 제어된다.

[0006] 공동 양도된 미국특허출원 2008/088561에서 가와베(Kawabe)는 싱글 쉬프트 레지스터가 데이터 기록을 위해 다수의 시퀀스들을 추적하는데 사용되고, 일련의 인에이블 컨트롤 라인들이 소정 시간에 다수의 시퀀스들의 데이터가 기록되는 것을 제어하는데 사용되는 상기 방법의 향상을 개시하고 있다. 이 방법은 2개 트랜지스터와, 하나의 커패시터(2T1C) 서브픽셀 회로를 이용한다.

[0007] 그러나, 트랜지스터 관련 무라는 EL 디스플레이에서 불균일성의 유일한 원인이 아니다. 예컨대, OLED 디스플레이가 사용되면, 디스플레이 노화된 유기 발광재료들은 발광 효율이 떨어지게 된다. OLED 이미터의 노화로 이미

터의 효율 및 단위전류당 출력된 광량이 저하되고 이미터의 임피던스가 증가되며, 이에 따라 소정 전류에서 전압이 증가된다. 다른 유기재료들은 다른 컬러의 노화 및 디스플레이가 사용됨에 따라 백색점이 변하는 디스플레이를 유발해 다른 속도로 노화될 수 있다. 또한, 각 개개의 서브픽셀은 다른 서브픽셀과는 다른 속도로 노화될 수 있어, 디스플레이가 불균일해진다. 더욱이, OLED 이미터의 온도 변화로 소정 전류에서 전압을 변화시킬 수 있다.

[0008] 저온 폴리실리콘 드라이브 트랜지스터와 OLED 이미터를 결합하는 것이 공지되어 있다. 이 구성에서, 이미터가 노화됨에 따라 OLED 전압의 증가는 드라이브 트랜지스터 양단에 걸리는 전압 및 이에 따라 발생된 전류량도 감소시킨다. 이는 디스플레이 불균일성을 더 초래한다.

[0009] 이들 노화효과를 보상하기 위한 한가지 기술은 미카미 등(Mikami et al.)의 미국특허출원 2002/0140659에 기술되어 있다. 이 기술은 데이터 전압을 상승 기준전압 또는 하강 데이터 전압을 고정 기준전압과 비교하기 위해 각 서브픽셀에 비교기를 개시하고 있다. 따라서, 데이터 전압은 EL 서브픽셀의 온-타임으로 변환된다. 그러나, 이 기술은 EL 디스플레이에 무료 로직 또는 레지스터를 필요로 하며 둘 다는 현대식 디스플레이 상에서 제조하기가 어렵다. 더욱이, 이 기술은 OLED 전압 상승 또는 효율 손실 문제를 인식하지 못했다.

[0010] 기무라(Kimura)의 미국특허 7,138,967은 정기적으로 균일한 전류를 구동하기 위해 매 서브픽셀에 전류원과 스위치를 이용하는 것을 기술하고 있다. 이는 전류모드 구동에 따른 통상적인 문제인 상승된 블랙레벨을 완화시키지만, 서브픽셀에서 이용가능한 발광 면적량인 개구비를 줄일 수 있는 매우 복잡한 서브픽셀 회로를 필요로 한다. 이는 주어진 휘도를 유지하기 위해 EL 이미터를 통한 전류밀도의 증가를 필요로 하며, 기술이 보상하도록 의도된 바로 그 노화를 가속화시킨다.

[0011] 야마시다(Yamashita)의 미국특허출원 공개공보 2006/0022305는 6개 트랜지스터, 스캔단계에서 2개 커패시터 서브픽셀 회로, 발광단계, 및 드라이브 트랜지스터의 임계전압과 OLED의 턴-온 전압이 데이터 전압단자에 연결된 커패시터에 저장되는 동안 리셋단계를 기술하고 있다. 이 방법은 OLED 효율손실을 보상하지 못하고 매우 작은 개구비를 갖는 매우 복잡한 서브픽셀을 필요로 한다. 에버리트(Everitt)의 미국특허출원 공개공보 2002/0167474는 OLED 디스플레이에 대한 펄스폭변조 드라이버를 기술하고 있다. 비디오 디스플레이의 일실시예는 비디오 디스플레이에서 유기 발광다이오드를 구동하기 위해 셀렉트 전압을 제공하기 위한 전압 드라이버를 포함한다. 전압 드라이버는 노화, 커패시터 저항, 열저항, 및 다른 다이오드 특징을 고려한 보정표로부터 전압 정보를 수신할 수 있다. 본 발명의 일실시예에서, 보정표는 정상회로 동작 이전에 또는 동작 동안 계산된다. OLED 출력광레벨은 OLED 전류에 대해 선형인 것으로 추정되기 때문에, 보정방식은 과도전류가 해결되도록 충분히 긴 기간 동안 OLED 다이오드를 통해 알고 있는 전류를 보내고 그런 후 커패시터 드라이버상에 있는 아날로그-디지털 컨버터(A/D)로 해당 전압을 측정하는 것을 기초로 한다. 캘리브레이션 전류원과 A/D는 스위칭 매트릭스를 통해 임의의 커패시터로 스위칭될 수 있다. 그러나, 이 기술은 통상적으로 이용되는 고성능의 액티브-매트릭스 디스플레이가 아니라 패시브-매트릭스 디스플레이에만 적용될 수 있다. 더욱이, 이 기술은 OLED 효율손실과 같이 노화되는 OLED 이미터에서 변화에 대한 어떠한 보정도 포함하지 않는다.

[0012] 아놀드 등(Arnold et al.)의 미국특허 6,995,519는 OLED 디바이스(이미터)의 노화를 보상하는 방법을 개시하고 있다. 이 방법은 OLED 이미터를 통해 전류를 구동시키는 드라이브 트랜지스터에 의존한다. 그러나, 해당기술분야에 공지된 드라이브 트랜지스터는 이 방법의 OLED 이미터 노화와 혼동되는 비이상성(non-ideality)을 갖는다. 저온 폴리실리콘(LTPS) 트랜지스터는 디스플레이 표면 양단에 비균일 임계치 전압과 이동도를 가질 수 있고, 비정질 실리콘(a-Si) 트랜지스터는 사용으로 변하는 임계전압을 갖는다. 따라서, 아놀드 등의 방법은 회로에서 OLED 효율손실을 완전히 보상하지 못하며, 트랜지스터들이 이런 결과를 나타낸다. 추가로, 역바이어스와 같은 방법들이 a-Si 트랜지스터 임계전압 이동을 완화하는데 사용되는 경우, OLED 효율손실의 보상은 역바이어스 효과에 대해 적절하며 고가의 트레이킹 및 예상을 하지 못해 신뢰할 수 없을 수 있다.

[0013] 나우글러 등(Naugler et al.)의, 미국특허출원 공개공보 2008/0048951은 보상을 위해 사용된 사전계산된 참조표상의 한 지점을 위치지정하기 위해 OLED 이미터를 통해 드라이브 트랜지스터의 다양한 게이트 전압들에서 전류를 측정하는 것을 개시하고 있다. 그러나, 이 방법은 매우 많은 참조표를 필요로 하며, 상당한 메모리량을 소비한다.

[0014] 따라서, 전계발광 디스플레이에 대한 더 완전한 보상 접근이 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 따라서, 본 발명의 목적은 디지털 구동 전계발광 디스플레이에서 OLED 이미터의 효율변화를 보상하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0016] 이는 EL 서브픽셀에서 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법으로서,

[0017] (a) 제 1 전극, 제 2 전극 및 게이트 전극을 갖는 드라이브 트랜지스터와, EL 이미터와, 리드아웃 트랜지스터를 갖는 EL 서브픽셀을 제공하는 단계와,

[0018] (b) 제 1 전압원과 드라이브 트랜지스터의 제 1 전극에 상기 제 1 전압원을 선택적으로 연결시키기 위해 제 1 스위치를 제공하는 단계와,

[0019] (c) 드라이브 트랜지스터의 제 2 전극에 EL 이미터를 연결시키는 단계와,

[0020] (d) EL 이미터에 연결된 제 2 전압원을 제공하는 단계와,

[0021] (e) 드라이브 트랜지스터의 제 2 전극에 리드아웃 트랜지스터의 제 1 전극을 연결시키는 단계와,

[0022] (f) 전류원과 리드아웃 트랜지스터의 제 2 전극에 상기 전류원을 선택적으로 연결시키는 제 3 스위치를 제공하는 단계와,

[0023] (g) 리드아웃 트랜지스터의 제 2 전극에 연결된 전압측정회로를 제공하는 단계와,

[0024] (h) 제 1 이미터-전압신호를 제공하기 위해 리드아웃 트랜지스터의 제 2 전극에서 전압을 측정하는 전압측정회로에 응답해 제 1 스위치를 열고 제 3 스위치를 닫는 단계와,

[0025] (i) EL 이미터의 특징을 나타내는 노화신호를 제공하기 위해 제 1 이미터-전압신호를 이용하는 단계와,

[0026] (j) 입력 신호를 수신하는 단계와,

[0027] (k) 보상 드라이브 신호를 생성하기 위해 노화신호와 입력신호를 이용하는 단계와,

[0028] (l) 보상 드라이브 신호에 해당하는 셀렉트 온-타임동안 드라이브 트랜지스터의 게이트 전극에 셀렉트 드라이브 전압을 제공하는 단계를 포함하고,

[0029] 보상 드라이브 신호에 해당하는 셀렉트 온-타임(selected on-time) 동안 드라이브 트랜지스터의 게이트 전극에 셀렉트 드라이브 전압을 제공하는 단계를 포함하고,

[0030] 셀렉트 드라이브 전압으로 인해 드라이브 트랜지스터가 EL 이미터의 특징 변화를 보상하도록 셀렉트 온-타임 동안 선행영역에서 동작되는 전계발광(EL) 이미터의 특징 변화를 보상하는 방법에 의해 달성된다.

발명의 효과

[0031] 본 발명의 이점은 서브픽셀 사용 또는 동작 시간의 연속 측정을 누적하기 위해 고가이거나 복잡한 회로를 필요로 하지 않고도 회로 또는 트랜지스터 노화 또는 불균일이 나타나는 디스플레이에서 유기재료의 노화를 보상하는 OLED 디스플레이와 같은 전계발광 디스플레이이다. 본 발명의 다른 이점은 이런 보상이 각 서브픽셀에서 소정의 강도레벨을 달성하도록 펄스폭, 시간변조 신호에 의해 구동되는 디스플레이에서 수행될 수 있다는 것이다. 본 발명의 다른 이점은 모든 전압측정을 함으로써 전류를 측정하는 방법보다 변화에 더 민감하다는 것이다. 본 발명의 다른 이점은 단일 셀렉트 라인이 데이터 입력과 데이터 리드아웃을 가능하게 하는데 사용될 수 있다는 것이다. 본 발명의 다른 이점은 OLED 변화의 특징과 보상이 특정 요소에 고유하며 개방회로 또는 단락회로일 수 있는 다른 요소들에 영향을 주지 않는다는 것이다. 본 발명의 다른 이점은 시간에 걸쳐 획득한 전압측정이 노화 및 온도 효과로 분리될 수 있어 둘 다에 대한 정확한 보상을 가능하게 할 수 있다는 것이다.

도면의 간단한 설명

[0032] 도 1은 소정 OLED 드라이브 트랜지스터 밀도에 대한 OLED 효율과 OLED 전압변화 간의 대표적인 관계를 도시한 그래프이다.

도 2는 소정 OLED 드라이브 트랜지스터 밀도에 대한 온도와 OLED 전압 간의 대표 관계를 도시한 그래프이다.

도 3은 본 발명의 실시에서 사용될 수 있는 전계발광(EL) 디스플레이의 일실시예의 개략도이다.

도 4는 본 발명의 실시에서 사용될 수 있는 EL 서브픽셀과 연결된 구성부품들의 일실시예의 개략도이다.

도 5는 종래 기술에 따른 디지털 구동 방식의 타이밍 도표이다.

도 6은 OLED 전류에 대한 OLED 이미터의 노화효과를 나타낸 대표적인 부하-라인 도표이다.

도 7a는 본 발명의 방법의 일실시예의 블록도이다.

도 7b는 본 발명의 방법의 일실시예의 블록도이다.

도 8은 특징 차이를 나타내는 서브픽셀들의 휘도의 히스토그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] EL 이미터의 특징은 일반적으로 cd/A 또는 기준 cd/A 값의 퍼센트로서 표현되는 효율과, 소정 전류에 대해 이미터 양단에 걸리는 전압에 대한 관계인 저항을 포함한다. 도 1을 참조하면, OLED 이미터에 대한 효율 및 ΔV_{OLED} 간의 대표적인 관계가 도시되어 있다. 이 도면에서, EL 이미터의 특징, 예컨대, 효율에서 변화는 ΔV_{OLED} 로 측정된 EL 이미터의 노화에 의해 야기된다. 상기 관계는 대략적으로 페이드(fade) 전류밀도에 무관하게 실험적으로 결정된다. 휘도 감소와 소정 전류에 따른 ΔV_{OLED} 에 대한 관계를 측정함으로써, EL 이미터가 공칭 휘도를 출력하게 하는데 필요한 보정된 신호에서의 변화가 결정될 수 있다. 이 측정은 모델 시스템에 행해질 수 있고 그런 후 참조표에 저장되거나 알고리즘으로서 사용될 수 있다.
- [0034] 도 2를 참조하면, OLED 이미터 온도와 소정 전류밀도에서 측정된 OLED 전압 간의 관계의 일예가 도시되어 있다. 이 도면에서, EL 이미터의 특징, 예컨대, 저항 및 이에 따른 전압의 변화는 EL 이미터의 온도 변화에 의해 야기된다.
- [0035] 도 1 및 도 2는 OLED 전압에 영향을 끼치는 것으로 알려진 2가지 요인, 즉, 노화와 온도를 도시한 것이다. 노화의 영향에 대한 정확한 보상을 달성하기 위해, 노화 과정에서 야기된 OLED 전압의 변화와 온도 변화에 의해 야기된 OLED 전압의 변화를 구별하는 것이 필요하다. OLED 이미터 온도는 디스플레이 주위의 주변온도와 디스플레이 자체에서 발생된 열에 영향받는다.
- [0036] 도 3을 참조하면, 본 발명의 실시에서 사용될 수 있는 전계발광(EL) 디스플레이의 일실시예의 개략도가 도시되어 있다. EL 디스플레이(10)는 행렬로 배열된 복수의 EL 서브픽셀 어레이를 포함한다. EL 디스플레이(10)는 복수의 행 선택 라인(20)을 포함하며, EL 서브픽셀(60)의 각 행은 행 선택 라인(20)을 갖는다. EL 디스플레이(10)는 복수의 리드아웃 라인(30)을 포함하고, EL 서브픽셀(60)의 각 열은 리드아웃 라인(30)을 갖는다. 각 리드아웃 라인(30)은 제 3 스위치(130)에 연결되어 있고, 상기 스위치는 캘리브레이션 공정동안 리드아웃 라인(30)을 전류원(160)에 선택적으로 연결시킨다. 연결은 소자들이 직접 연결되거나 또 다른 구성요소, 예컨대, 스위치, 다이오드, 또는 또 다른 트랜지스터를 통해 연결된 것을 의미한다. 도면을 명확히 하기 위해 미도시하였으나, EL 서브픽셀(60)의 각 열은 또한 후술되는 데이터 라인을 갖는다. 복수의 리드아웃 라인(30)은 하나 이상의 멀티플렉서(40)에 연결되어 있고, 상기 멀티플렉서는 명백한 바와 같이 EL 서브픽셀로부터 신호의 병렬/순차 리드아웃을 허용한다. 멀티플렉서(40)는 EL 디스플레이(10)와 동일한 구조의 일부일 수 있거나 EL 디스플레이(10)로부터 연결 또는 단절될 수 있는 별개의 구조일 수 있다. "행" 및 "열"은 디스플레이의 어떤 특별한 배열을 의미하는 것이 아님에 유의하라. 리드아웃 라인(30)은 후술되는 바와 같이 제 3 스위치(130)를 통해 전류원(160)에 연결되어 있다.
- [0037] 바람직한 실시예에서, EL 디스플레이(10)는 디스플레이 또는 주변 온도의 측정을 가능하게 하는 하나 이상의 온도센서(65)를 포함한다. 대안으로, 온도센서는 구동 전자장치상에 별개의 구성부품일 수 있고 처리유닛에 의해 접속되거나 시장에서 일반적인 바와 같이 구동 전자장치(아날로그-디지털 컨버터, 마이크로프로세서, 애플리케이션 지정 집적회로 등)의 구성부품에 통합될 수 있다. 온도 측정은 OLED 전압에 대한 온도 영향을 탐지하기 위해 EL 이미터로부터 신호의 리드아웃 동안 수행되고 기록될 수 있다. 하기의 설명을 위해, 이 능력으로 상술한 바와 같은 신호, 즉, OLED 전압을 측정할 수 있고 EL 이미터의 노화과정에 의해서만 야기되는 변화를 관찰할 수 있는 것으로 가정한다.
- [0038] 도 4를 참조하면, 본 발명의 실시에서 사용될 수 있는 EL 서브픽셀의 일실시예의 개략도가 도시되어 있다. EL 서브픽셀(60)은 EL 이미터(50), 드라이브 트랜지스터(70), 커패시터(75), 리드아웃 트랜지스터(80), 및 선택

트랜지스터(90)를 포함한다. 각각의 트랜지스터는 제 1 전극, 제 2 전극, 및 게이트 전극을 갖는다. 제 1 전압원(140)은 선택적으로 제 1 스위치(110)에 의해 드라이브 트랜지스터(70)의 제 1 전극에 선택적으로 연결되며, EL 디스플레이 기관 또는 별개의 구조에 위치될 수 있다. 드라이버 트랜지스터(70)의 제 2 전극은 EL 이미터(50)에 연결되고, 제 2 전압원(150)은 제 2 스위치(120)에 의해 선택적으로 EL 이미터(50)에 연결되며, 또한 EL 디스플레이 기관에 떨어져 있을 수 있다. EL 이미터(50)는 또한 제 2 전압원(150)에 직접 연결될 수 있다. 적어도 하나의 제 1 스위치(110) 및 제 2 스위치(120)가 EL 디스플레이에 제공된다. EL 디스플레이가 픽셀들의 다수 전력구동 서브그룹핑을 가질 경우 추가적인 제 1 및 제 2 스위치가 제공될 수 있다. 드라이브 트랜지스터(70)는 역바이어스에서 동작함으로써 제 1 스위치(110)로서 사용될 수 있어 실질적으로 전류가 전혀 흐르지 않는다. 역바이어스에서 트랜지스터 동작방법은 해당기술분야에 공지되어 있다. 일반적인 디스플레이 모드에서, 제 1 및 제 2 스위치는 폐쇄되고, 후술된 바와 같이 제 3 및 제 4 스위치가 개방된다. 드라이브 트랜지스터(70)의 게이트 전극은 해당기술분야에 잘 알려진 바와 같이 셀렉트 트랜지스터(9)의 제 2 전극에 연결되어 데이터 라인(35)으로부터의 데이터를 드라이브 트랜지스터(70)에 선택적으로 제공한다. 셀렉트 트랜지스터(90)의 제 1 전극은 데이터 라인(35)에 연결되어 있다. 각각의 복수의 행 셀렉트 라인(20)은 EL 서브픽셀(60)의 해당 행에서 셀렉트 트랜지스터(90)의 게이트 전극에 연결되어 있다. 셀렉트 트랜지스터(90)의 게이트 전극은 리드아웃 트랜지스터(80)의 게이트 전극에 연결되어 있다.

[0039] 리드아웃 트랜지스터(80)의 제 1 전극은 드라이브 트랜지스터(70)의 제 2 전극과 EL 이미터(50)에 연결되어 있다. 각각의 복수의 리드아웃 라인(30)은 EL 서브픽셀(60)의 해당 열에서 리드아웃 트랜지스터(80)의 제 2 전극에 연결되어 있다. 리드아웃 라인(30)은 제 3 스위치(130)에 연결되어 있다. 각각의 제 3 스위치(130)(S3)가 EL 서브픽셀(60)의 각 열에 제공된다. 제 3 스위치는 전류원(160)이 선택적으로 리드아웃 트랜지스터(80)의 제 2 전극에 선택적으로 연결되게 한다. 제 3 스위치에 의한 연결시 전류원(160)은 셀렉트 테스트 전류를 EL 이미터(50)에 제공해 EL 이미터를 통해 일정한 전류가 흐르게 한다. 제 3 스위치(130) 및 전류원(160)은 EL 디스플레이 기관상에 또는 기관에서 떨어져 제공될 수 있다. 전류원(160)은 실질적으로 전류가 흐르지 않도록 고임피던스(Hi-Z)로 설정함으로써 제 3 스위치(130)로서 사용될 수 있다. 전류원을 고임피던스 모드로 설정하는 방법은 해당기술분야에 공지되어 있다.

[0040] 리드아웃 트랜지스터(80)의 제 2 전극이 또한 전압측정회로(170)에 연결되어 EL 서브픽셀(60)의 특징을 나타내는 신호를 제공하도록 전압을 측정한다. 전압측정회로(170)는 전압측정을 디지털 신호로 변환하기 위한 아날로그-디지털 컨버터(185)와 프로세서(190)를 포함한다. 아날로그-디지털 컨버터(185)로부터의 신호가 프로세서(190)로 보내진다. 전압측정회로(170)는 또한 전압측정을 저장하는 메모리(195)와 저역통과필터(180)를 포함할 수 있다. 전압측정회로(170)는 멀티플렉서 출력라인(45)과 멀티플렉서(40)를 통해 복수의 EL 서브픽셀(60)로부터 전압을 순차적으로 리드아웃하기 위한 복수의 리드아웃 라인(30) 및 리드아웃 트랜지스터(80)에 연결되어 있다. 복수의 멀티플렉서(40)가 있을 경우, 각각은 자신의 멀티플렉서 출력라인(45)을 가질 수 있다. 따라서, 복수의 EL 서브픽셀들이 동시에 구동될 수 있다. 복수의 멀티플렉서들은 다양한 멀티플렉서(40)로부터 전압들을 나란히 리드아웃하게 하고 각 멀티플렉서는 부착된 리드아웃 라인(30)의 순차적 리드아웃을 허용한다. 이를 본 명세서에서는 병렬/순차 처리라 한다.

[0041] 프로세서(190)는 또한 컨트롤 라인(195)과 드라이브 회로(155)에 의해 데이터 라인(34)과 셀렉트 라인(20)에 연결될 수 있다. 따라서, 프로세서(190)는 본 명세서에 기술된 측정 공정동안 데이터 라인(35)과 이에 따라 드라이브 트랜지스터(70)의 게이트 전극에 기설정된 데이터 값을 제공한다. 프로세서(190)는 또한 입력신호(85)를 통해 디스플레이 데이터를 받아들이고 본 명세서에 기술된 바와 같이 변화에 대한 보상을 제공할 수 있어, 디스플레이 공정동안 드라이브 회로(155)를 이용해 데이터 라인(35)에 보상 데이터를 제공한다. 드라이브 회로(155)는 해당기술분야에 공지된 바와 같이 행 셀렉트 라인(20)에 연결된 게이트 드라이버와 데이터 라인(35)에 연결된 소스 드라이버를 포함할 수 있는 펄스폭 변조 드라이브 회로이다. 이는 소스 드라이버를 통해 드라이브 회로(144)가 셀렉트 트랜지스터(90)를 통해 드라이브 트랜지스터(70)의 게이트 전극으로 셀렉트 테스트 및 드라이브 전압을 제공하게 한다.

[0042] EL 이미터(50), 예컨대, OLED 이미터가 사용되기 때문에, 효율이 감소될 수 있고 저항이 증가될 수 있다. 이 효과 모두로 인해 EL 이미터에 의해 방출된 광량이 시간에 걸쳐 줄어든 수 있다. 이런 감소량은 EL 이미터의 사용에 따른다. 따라서, 감소는 디스플레이에서 다른 EL 이미터에 대해 달라질 수 있고, 그 효과를 본 명세서에서는 EL 이미터(50)의 특징에서의 공간변화라 한다. 이런 공간변화는 디스플레이의 다른 부분들에서 휘도 및 컬러 밸런스와, 이미지 "번-인(burn-in)의 차이를 포함할 수 있고, 자주 표시되는 이미지(예컨대, 네트워크 로고)가 그 자체의 고스트가 활성 디스플레이 상에 항상 보여지게 할 수 있다. 공간적 변화가 EL 디스플레이의 시청자에게

불쾌해 질 수 있는 것을 막기 위해 이런 효과를 보상하는 것이 바람직하다.

[0043] 도 5를 참조하면, 종래 기술에 따른 디지털 드라이브 스캐닝 시퀀스의 일실시예의 그래프가 도시되어 있다. 수평축(410)은 시간을 나타내고, 수직축(430)은 수평 스캐닝 라인을 나타낸다. 도 5는 각 설명을 위한 4비트(16 코드값) 디지털 구동의 예를 제시한다.

[0044] 이 예에서, 한 사이클 또는 프레임 주기(420)는 복수의 다른 서브프레임들(440, 450, 460 및 470)을 포함하며, 각 서브프레임은 적어도 하나의 다른 서브프레임의 기간과는 다른 각각의 기간을 갖는다. 기간은 디스플레이 소자 휘도를 나타내는 코드값에 해당하도록 가중화되어 있다. 즉, 싸이클내 N 서브프레임의 기간은 1:2:4:8:⋯:2N의 비를 갖는다. 따라서, 이 예에서, 기간은 대략 기간(440): 기간(450): 기간(460): 기간(470) = 1:2:4:8을 제공하도록 제어된다. (도 5는 스케일로 되지 않은 것에 유의하라). 코드값 비트가 "1"인 경우, 셀렉트 디지털 전압이 드라이브 트랜지스터(70)의 게이트에 제공되어, EL 서브픽셀(60)이 해당 서브프레임 동안 액티브되거나 밝아지게 하며, 이를 본 명세서에서는 액티브 서브프레임이라 한다. 강도 비트가 "0"인 경우, 셀렉트 블랙전압이 드라이브 트랜지스터(70)의 게이트에 제공되어, EL 서브픽셀(60)이 디액티브되거나 해당 서브프레임 동안 빛이 꺼지게 하며, 이를 본 명세서에서는 디액티브 서브프레임이라 한다. 온-타임은 주어진 EL 서브픽셀 회로(60) 및 상기 회로의 EL 이미터(50)에 대한 액티브 서브프레임의 기간의 합으로 정의되며, 이런 회로의 디스플레이 소자의 소정 휘도에 해당한다. 따라서, 이런 식으로 제어를 수행함으로써 4비트(16-코드값) 디스플레이가 가능하다. 추가 서브프레임들로 6비트 또는 8비트를 이용한 더 큰 휘도 해상도의 경우에 이를 또한 적용할 수 있다. 바람직한 실시예에서, 셀렉트 드라이브 전압은 드라이브 트랜지스터가 온-타임 동안 선행 영역에서 동작하게 하고, 셀렉트 블랙전압은 드라이브 트랜지스터가 EL 이미터(예컨대, <0.1 nit 방출)로부터 가시광을 생성하지 않는 전류(예컨대, <10nA)를 산출하게 한다.

[0045] 도 7a 및 또한 도 4를 참조하면, 본 발명의 방법의 일실시예의 블록도가 도시되어 있다.

[0046] EL 이미터(50)의 특징을 측정하기 위해, 있다면, 제 1 스위치(110) 및 제 4 스위치(131)가 개방되고, 제 2 스위치(120) 및 제 3 스위치(130)가 닫혀진다(단계 340). 셀렉트 라인(120)은 리드아웃 트랜지스터(80)를 온시키기 위해 셀렉트 행을 활성화하게 된다. 따라서, 셀렉트 테스트 전류(I_{testsu})는 전류원(160)으로부터 EL 이미터(50)를 통해 제 2 전압원(150)으로 흐른다. 전류원(160)을 지나는 전류값은 EL 이미터(50)를 지나는 가능한 최대 전류보다 적게 선택된다; 일반적인 값은 1 내지 5 마이크로암페어 범위에 있고 EL 서브픽셀의 수명 동안 모든 측정들에 대해 일정하다. 이 공정에서 하나 이상의 측정값이 사용될 수 있다. 예컨대, 측정은 1, 2, 및 3 마이크로암페어로 수행될 수 있다. 하나 이상의 측정값들에서 측정을 함으로써 EL 서브픽셀(60)의 완전한 I-V 곡선이 형성되게 한다. 전압측정회로(170)는 리드아웃라인(30)상의 전압을 측정하는데 사용된다(단계 350). 이 전압은 리드아웃 트랜지스터(80)의 제 2 전극에서의 전압(V_{out})이고, EL 이미터(50)의 저항 및 효율을 포함한 EL 이미터(50)의 특징을 나타내는 제 1 이미터 전압 신호(V_2)를 제공하도록 사용될 수 있다.

[0047] 서브픽셀에서 성분들의 전압은 다음과 관련 있다:

[0048] [수학식 1]

$$V_2 = CV + V_{OLED} + V_{read}$$

[0049] 이들 전압 값은 리드아웃 트랜지스터(80)(V_{out})의 제 2 전극에서의 전압이 수학식 1을 충족하도록 조절하게 한다. 상술한 조건 하에서, CV는 설정값이고, V_{read} 는 리드아웃 트랜지스터를 지나는 전류가 낮고 시간에 걸쳐 변하지 않기 때문에 일정한 것으로 가정할 수 있다. V_{OLED} 는 전류원(160)과 EL 이미터(50)의 전류-전압 특징에 의해 설정된 전류값에 의해 제어된다.

[0050] V_{OLED} 는 EL 이미터(50)에서 노화관련 변화에 따라 변할 수 있다. V_{OLED} 에서 변화를 결정하기 위해, 2개의 별개의 테스트 측정이 다른 시간에서 수행된다. 제 1 측정은 제 1 시간, 예컨대, EL 이미터(50)가 노화에 의해 열화되지 않을 때 수행된다. 이는 EL 서브픽셀(60)이 디스플레이 용도로 사용되기 전의 임의의 시간일 수 있다. 제 1 측정에 대한 전압값은(V_2)은 제 1 이미터-전압 신호(이하 V_{2a})이며, 측정 및 저장된다. 제 1 시간과는 다른 제 2 시간에서, 예컨대, EL 이미터(50)가 기설정된 시간동안 이미지를 디스플레이함으로써 노화된 후, 측정이 반복된다. 결과적으로 측정된 V_2 는 제 2 이미터-전압 신호(이하 V_{2a})이며 저장된다.

[0052] 피측정 행에서 추가 EL 서브픽셀들이 있다면, 복수의 리드아웃 라인(30)에 연결된 멀티플렉서(40)가 사용되어 전압측정회로(170)가 복수의 EL 서브픽셀 각각, 예컨대, 행에서 모든 서브픽셀(결정단계 355)을 순차적으로 측정하게 한다. 각각의 복수의 EL 서브픽셀은 동시에 구동될 수 있어 모든 EL 서브픽셀들이 순차적으로보다는 동시에 결정되게 함으로써 측정에 드는 시간을 이점적으로 줄인다. 디스플레이가 충분히 크면, 복수의 멀티플렉서를 필요로 할 수 있고, 병렬/순차 공정에서 제 1 및 제 2 이미터-전압 신호가 제공된다. EL 디스플레이(10)에서 피측정 서브픽셀들의 추가 행들이 있는 경우, 단계(345 내지 355)가 각 행에 대해 반복된다(결정단계 360). 측정 공정을 이점적으로 가속화시키기 위해, 각각의 복수의 EL 서브픽셀, 예컨대, 행에서 각 EL 서브픽셀에서 EL 이미터에 셀렉트 테스트 전류가 동시에 제공될 수 있어, 측정이 취해지는 경우 임의의 설정시간이 경과된다. 이는 측정을 하기 전에 개별적으로 각 서브픽셀이 결정되도록 기다려야 하는 것이 방지된다.

[0053] EL 이미터(50)에서의 변화로 인해 테스트 전류(I_{testsu})를 유지하게 하도록 V_{OLED} 에 대한 변화가 유발될 수 있다. 이들 V_{OLED} 변화는 V_2 에 대한 변화에 반영된다. 따라서, 각 EL 서브픽셀(60)에 대해 저장된 제 1 및 제 2 이미터 전압 신호(V_{2a} 및 V_{2b})는 아래와 같이 EL 이미터(50)의 특징, 예컨대, 효율 및 저항을 나타내는 노화신호(ΔV_2)를 계산하도록 비교될 수 있다(단계 370):

[0054] [수학식 2]

$$\Delta V_2 = V_{2b} - V_{2a} = \Delta V_{\text{OLED}}$$

[0055] 그런 후, EL 서브픽셀(60)에 대한 노화신호는 EL 서브픽셀의 특징에서 변화를 보상하는데 사용될 수 있다.

[0056]

[0057] 도 6을 참조하면, 드라이버 트랜지스터가 선형 영역에서 동작하는 p채널 비반전 구성에서, V_{OLED} 변화는 V_{OLED} 측정만으로 보상될 수 없다. V_{OLED} 변화는 드라이브 트랜지스터의 V_{ds} 를 변조하여 전체 시스템에 영향을 준다. 완전한 보상은 $V_{\text{ds}}-I_{\text{ds}}$ 곡선인 드라이브 트랜지스터 로드라인을 계산하고, EL 이미터의 $V_{\text{OLED}}-I_{\text{OLED}}$ 곡선과 비교함으로써 제공될 수 있다. 도 6은 가로좌표에 V_{ds} 와 세로좌표에 드레인 전류(I_{ds})를 나타낸다. I_{OLED} 는 I_{ds} 와 같고, V_{OLED} 는 제 1 전원(140)의 전압 빼기 제 2 전원(120)의 전압 빼기 V_{ds} 와 같으며, 트랜지스터와 EL 이미터 곡선이 중첩되게 한다. 드라이브 트랜지스터 로드라인(601)은 디스플레이 제조시 또는 각 드라이브 트랜지스터에 대해 측정될 때 트랜지스터 특징에 의해 결정되고 비휘발성 메모리에 저장될 수 있다.

[0058] 도 6에 도시된 바와 같이, 노화전류(693)는 노화 OLED 로드라인(603)과 드라이브 트랜지스터 로드라인(601)의 교차점에 있다. 선형 영역에서 동작의 한가지 이점은 동일한 전압 간격(680a 및 680b)으로 표시된다. 선형 영역에서, 전압 간격(680a)은 전류 간격(681a)에 해당한다. 포화영역에서, 동일한 전압 이동(680b)은 훨씬 더 작은 전류간격(681b)에 해당한다. 따라서, 선형영역에서 동작인 신호 잡음을 이점적으로 향상시킨다. 선형 영역에서 동작의 또 다른 이점은 트랜지스터의 행동이 허용될 수 없는 오차를 발생하지 않으며 직선(640)으로 근사될 수 있다는 것이다.

[0059] 도 4를 참조하면, 드라이브 트랜지스터 로드라인을 측정하기 위해, 전류싱크(165)가 사용된다. 선택적으로 전류싱크(115)를 리드아웃 트랜지스터의 제 2 전극에 연결시키기 위해 제 4 스위치(131)가 제공된다. 전류싱크(165)는 실질적으로 전류가 전혀 흐르지 않도록 고임피던스(Hi-Z) 모드로 설정함으로써 제 4 스위치(131)로서 사용될 수 있다. 드라이브 회로(155)에 의해 드라이브 트랜지스터의 게이트 전극에 셀렉트 테스트 전압이 제공된다. 테스트 전압은 바람직하게는 디스플레이의 정상 동작에 사용되는 셀렉트 드라이브 전압과 같다.

[0060] 도 7b를 참조하면, 본 발명에 따른 로드라인 측정의 블록도가 도시되어 있다. 테스트 전압(V_{data})이 데이터 라인(35)(단계 310)에 제공된다. 제 1 및 제 4 스위치가 닫히고 제 2 및 제 3 스위치가 열린다(단계 315). 셀렉트 라인(20)이 선택된 행에 대해 활성화되어 테스트 전압을 드라이브 트랜지스터(70)의 게이트 전극에 제공하고 리드아웃 트랜지스터(80)를 온시킨다(단계 320). 제 1 전류는 테스트 전압의 인가로 인해 드라이브 트랜지스터(70)를 통해 최종 발생한 전류보다 더 적게 선택된다; 일반적인 값은 1에서 5 마이크로암페어이다. 따라서, 드라이브 트랜지스터(70)를 통한 전류 한계값은 전류싱크(165)에 의해 완전히 제어되며, 이는 드라이브 트랜지스터(70)를 통한 것과 같다. 테스트 전압과 제 1 전류는 알고 있거나 기설정된 전류-전압 및 드라이브 트랜지스터(70)의 노화 특징을 바탕으로 선택될 수 있다. 전압측정회로(170)가 사용되어 리드아웃 라인(30)상의 전압을 측정하며, 상기 전압은 리드아웃 트랜지스터(80)의 제 2 전극에서 전압(V_{out})으로서, 드라이브 트랜지스터(70)의

특징을 나타내는 제 1 트랜지스터 전압신호(V_{IT})를 제공한다(단계 325). 리드아웃 트랜지스터(80)의 제 2 전극에서의 전압(V_{out})은 $I_{sk,1}$ 에 해당하는 드라이브 로드라인상의 지점에 걸리도록 조절된다.

[0061] EL 디스플레이가 복수의 서브픽셀을 포함하고 피측정 행에서 추가 EL 서브픽셀들이 있다면, 복수의 리드아웃 라인(30)에 연결된 멀티플렉서(40)는 전압측정회로(170)가 순차적으로 복수의 EL 서브픽셀로, 예컨대, 행에서 각 서브픽셀로부터 제 1 신호(V_n)를 리드아웃하게 하도록 사용될 수 있다(판단단계 330). 디스플레이가 충분히 크면, 제 1 신호가 병렬/순차 프로세스로 제공될 수 있는 복수의 멀티플렉서들을 필요로 할 수 있다. 피측정 서브픽셀의 추가 행들이 있으면(단계 335), 다른 셀렉트 라인에 의해 다른 행이 선택되고 측정이 반복된다. EL 이미터 측정과 관련해 상술한 바와 같이, 다수의 서브픽셀들이 테스트 전류와 동시에 구동될 수 있다.

[0062] 드라이브 트랜지스터 로드라인을 결정하기 위해, 2개의 다른 테스트 측정들이 각 서브픽셀에 대해 수행된다. 제 1 측정이 행내 모든 서브픽셀들에 대해 취해지면(판단단계 332), 제 1 전류($I_{sk,1}$)와 같지 않은 제 2 전류($I_{sk,2}$)가 선택되고(단계 322) 리드아웃 트랜지스터의 제 2 전극에서 전압의 제 2 측정이 행내 각 서브픽셀에 대한 제 2 트랜지스터-전압신호(V_{2T})를 제공하도록 취해진다. V_{2T} 는 또한 드라이브 트랜지스터 로드라인에 걸린다. 도 6을 참조하면, 동작의 선형영역에서, 드라이브 트랜지스터 로드라인(601)은 대략 직선이며, 따라서 2개 지점들을 특징으로 할 수 있다. 드라이브 트랜지스터 로드라인(601)의 선형영역의 선형피트(640)의 오프셋과 기울기가 2개 지점($V_{IT}, I_{sk,1}$)(610) 및 ($V_{2T}, I_{sk,2}$)(611)으로부터 수학적 기술로 알려진 바와 같이 이에 따라 계산된다. 제 1 전류($I_{sk,1}$)는 690을 도시되어 있고, 제 2 전류($I_{sk,2}$)는 691로 도시되어 있다.

[0063] 각 서브픽셀의 2개 측정이 어느 한 순서대로 취해질 수 있고, 임의의 서브픽셀에 대해 제 2 측정 전에 디스플레이의 모든 행들상의 모든 서브픽셀들에 대한 제 1 측정이 취해질 수 있다. 제 1 전류는 제 2 전류보다 더 높거나 더 낮을 수 있어, 점(610)은 점(611) 아래 대신에 위에 있을 수 있다.

[0064] EL 이미터 전압은 노화효과 및 온도 모두에 영향받을 수 있다. 획득된 측정은 전류손실 및 효율손실 모두를 효과적으로 보상하기 위해 측정마다 온도변화에 대해 조절되어야 한다. 모델 시스템에서, 주변온도와 OLED 전압간의 상관관계를 얻을 수 있고 수학적 또는 참조표로 저장될 수 있다. 이 관계의 예가 도 2에 도시되어 있다. 이 관계는 EL 이미터 특징에 사용되는 전류(I_{testsu})에서 일반적인 동작온도범위에 대해 EL 이미터의 전압을 나타낸다. 예가 전류피트(2)로 주어진 함수는 이하 $V_{byT}(T)$ 로 표시되며, 각 온도(T)에 대한 각각의 OLED 전압을 제공한다. 기준 측정이 행해지는 제조환경에서 온도는 소비자 환경의 온도와 다를 수 있으며, EL 이미터의 연속 측정이 수행된다. 제조환경의 온도(T_1)를 기록하고 온도센서(65)(도 3)를 이용해 측정 사이클 동안 환경의 온도(T_2)를 측정함으로써, 온도에 의해 야기된 전압변화가 도 2와 하기의 수학적식을 이용해 계산될 수 있다:

[0065] [수학식 3]

$$\Delta V_{oled-temp} = V_{byT}(T_2) - V_{byT}(T_1)$$

[0066]

[0067] 여기서, $\Delta V_{oled-temp}$ 는 주변온도의 변화에 의해 야기된 OLED 전압변화이고, $V_{oled}(T_1)$ 및 $V_{oled}(T_2)$ 는 각각 공장 및 소비자 환경에서 EL 이미터의 전압이다. 그런 후, 제 1 및 제 2 이미터-전압측정은 온도에 따라 조절될 수 있다:

[0068] [수학식 4a]

$$V_{2a'} = V_{2a} - \Delta V_{oled-temp}$$

[0069]

[0070] [수학식 4b]

$$V_{2b'} = V_{2b} - \Delta V_{oled-temp}$$

[0071]

[0072] $V_{2a'}$ 및 $V_{2b'}$ 는 필요한 경우 V_{2a} 및 V_{2b} 대신 사용될 수 있다. 바람직한 실시예에서, 제 1 이미터-전압신호(V_{2a})가 공장에서 온도(T_1)로 측정되고, 온도(T_2)로 측정된 제 2 이미터-전압신호(V_{2a})만이 온도를 위해 조절된다.

[0073] 노화신호 $\Delta V_2 (= \Delta V_{oled})$ 도 또한 온도에 대해 조절될 수 있다.

[0074] [수학식 4c]

$$\Delta V_{2'} = \Delta V_2 - \Delta V_{oled-temp}$$

[0076] $\Delta V_{2'}$ 는 필요한 경우 ΔV_2 대신 사용될 수 있다.

[0077] 도 6을 참조하면, EL 이미터 노화의 효과와 OLED 노화의 이러한 예에 대한 그래프 도면이 도시되어 있다. 초기 OLED 로드라인(602)은 노화 전 OLED 이미터의 I-V 행동을 나타낸 것이다. 노화 OLED 로드라인(603)은 노화 후 OLED 이미터의 I-V 행동을 나타낸 것이다. 노화라인(603)은 대략 초기 라인(602)의 퍼센트이다. 점(621)은 노화 전 테스트 전류(692)(I_{testsu})에서 OLED 전압(V_{2a})(631), 제 1 이미터-전압 신호를 나타낸다; 점(622)은 노화 후 테스트 전류(692)(I_{testsu})에서 OLED 전압(V_{2b})(632), 제 1 이미터-전압 신호를 나타낸다. 제1 이미터-전압 신호는 노화 후이고 제 2 이미터-전압 신호는 노화 전일 수 있음에 유의하라.

[0078] 초기 OLED 로드라인(602)은 각 서브픽셀, 복수의 서브픽셀을 포함한 그룹 또는 전체 디스플레이에 대한 특징 또는 측정일 수 있다. 디스플레이는 다수의 공간 또는 컬러영역(예컨대, 적색, 녹색, 청색 또는 백색)으로 분할될 수 있고, 각각은 적어도 하나의 다른 영역과는 다른 초기 OLED 로드라인 곡선을 가질 수 있다. 초기 OLED 로드라인(602)은 디스플레이가 수학식 계수(들)로서 또는 참조표(들)에 디스플레이와 함께 비휘발성 메모리에 저장될 수 있다.

[0079] 노화 OLED 로드라인(603)은 일반적으로 초기 이미지 로드라인(602)의 퍼센트이다. 전압을 전류로 맵핑하는 함수 $O_{New}(V)$ 로서 초기 로드라인(602)과, 유사 함수 $O_{Aged}(V)$ 로서 노화 로드라인(603)을 다음과 같이 표시한다:

[0080] [수학식 5]

$$O_{Aged}(V) = \text{gamma} * O_{New}(V) \quad \text{모든 } V \text{에 대해}$$

[0082] gamma의 값은 점(622 및 623)을 사용해 계산될 수 있다. 점(622)은 (V_{2b} , I_{testsu})이다. 점(623)은 (V_{2b} , $O_{New}(V_{2b})$)이다. 따라서, gamma는 다음과 같다:

[0083] [수학식 6]

$$\text{gamma} = \frac{I_{testsu}}{O_{New}(V_{2b})}$$

[0084]

[0085] 감마(gamma)를 이용해, 노화 로드라인(603)상의 임의의 점이 수학식 5를 이용해 계산될 수 있다.

[0086] 도 7b의 실시예에서, 드라이브 트랜지스터 로드라인, 및 이에 따른 제 1 및 제 2 트랜지스터 전압신호 및 제 1 및 제 2 전류가 완전한 보상을 제공하기 위해 노화신호를 제공하는데 사용될 수 있다. 도 6을 다시 참조하면, 노화 후 EL 서브픽셀의 동작 지점은 드라이브 트랜지스터(601)와 노화 OLED 로드라인(603) 각각의 교차점인 지점(624)이다. 일단 감마가 수학식 6에 의해 결정된 후, 노화 OLED 로드라인(603)이 수학식 5에 따라 계산될 수 있다. 뉴턴의 방법과 같은 표준 수학적 기술이 노화 OLED 로드라인(603)과 드라이브 트랜지스터(601)의 교차점을 찾는데 사용될 수 있다. 뉴턴의 방법을 이용하기 위해, 지점(621 또는 622) 또는 다른 지점이 시작점으로 사용될 수 있다.

[0087] 일실시예에서, 더 간단한 계산을 위해, 시스템의 일반적인 동작전압에 가까운 초기 OLED 로드라인(602)의 영역이 선택될 수 있고, 선형근사가 상기 영역에 대해 이루어진다. 예컨대, 지점(623 및 621) 간의 영역이 선형 피트(641)로 근사될 수 있다. 이 선택은 제조시간때 또는 디스플레이가 동작되는 동안 행해질 수 있다. 그런 후, 선형 피트(641)는 초기 OLED 로드라인(603)을 근사하기 위해 감마가 곱해질 수 있다. 대안으로, 선형 피트는 감마를 곱한 후 초기 OLED 로드라인(603)의 영역으로 행해질 수 있다. 예컨대, 지점(622 및 625)은 선형 피트(642)로 영역을 정의할 수 있다. 초기 OLED 로드라인(603)에 대한 선형 피트가 선택된 후, 수학분야에 알려진 바와 같이 드라이브 트랜지스터 로드라인(601)의 선형 피트(612)와 상기 선형 피트의 교차점이 찾아진다. 이는

뉴턴의 방법과 반대로서 한단계 동작이며, 일반적으로 해(解)에 수렴하기 위해 하나 이상의 반복을 필요로 한다.

[0088] 초기 OLED 로드라인(603)과 드라이브 트랜지스터 로드라인(601) 간의 교차점(624)은 ($V_{ds,aged}$, $I_{ds,aged}$)로 표현될 수 있다. 원래 동작점인 초기 OLED 로드라인(603)과 드라이브 트랜지스터 로드라인(601) 간의 교차점(621)은 ($V_{ds,new}$, $I_{ds,new}$)로 표현될 수 있다. 이들 교차점을 이용해 정규화 전류가 계산될 수 있다:

[0089] [수학식 7a]

$$I_{norm} = \frac{I_{ds,aged}}{I_{ds,new}}$$

[0090]

[0091] I_{norm} 은 EL 서브픽셀에 대한 노화신호일 수 있고 저항(순방향 전압)을 포함한 EL 이미터의 특징을 나타낼 수 있다. $I_{ds,new}$ 는 이 예에서 테스트 전류(692)와 동일한 것으로 나타나 있고, $I_{ds,aged}$ 는 전류(693)로 나타나 있다. 그러나, 테스트 전류(I_{testsu})(692) 및 $I_{ds,new}$ 는 같을 필요가 없음에 유의하라. 본 발명은 I_{testsu} 의 임의의 특별한 값을 필요로 한다. 상기 수학식 2에서 계산된 ΔV_2 는 EL 서브픽셀에 대한 노화신호일 수 있고 후술되는 바와 같이 효율을 포함한 EL 이미터의 특징을 나타낼 수 있다.

[0092] EL 이미터 저항(전압)의 변화를 보상하기 위해, 상기 도 7a에 도시된 바와 같이 정규화 전류가 사용되며, I_{norm} 은 원래 전류에 대한 정규화 전류를 나타낸다.

[0093] 시간이 EL 이미터(50)로 기설정된 통합 전류량을 제공하도록 변경되는 디지털 드라이브 시스템에서, EL 이미터에 대한 온-타입량을 증가시킴으로써 전류 감소가 보정될 수 있다. I_{norm} 의 역수가 요구되는 원래 온-타입에 대한 스케일링 요인으로 사용된다:

[0094] [수학식 8]

$$t_{I-comp} = \frac{1}{I_{norm}} E t_{data}$$

[0095]

[0096] 여기서 t_{I-comp} 는 통과해 흐르는 전류의 변화를 보정하기 위한 EL 이미터(50)의 온-타임을 나타내고, t_{data} 는 EL 이미터가 새로운 경우 소정의 발광량에 해당하는 온-타입이다. 예컨대, 노화 전류가 원래 값의 0.5(또는 50%)인 것으로 밝혀진 경우, I_{norm} 은 0.5이고, 이에 따라, t_{I-comp} 는 온-타입(t_{data})의 2배인 것으로 밝혀진다.

[0097] EL 이미터 효율의 변화를 보상하기 위해, EL 이미터 전압변화 ΔV_2 가 사용된다. 임의의 주어진 시간에서 EL 이미터 효율은 노화 과정에 의해 야기된 변화들과 EL 이미터 효율만을 나타내도록 필요하다면 온도를 위해 조절된 ΔV_2 간의 관계를 이해함으로써 결정될 수 있다. 상기 관계는 $E_{byV}(\Delta V)$ 로 표시된다. 따라서, 정규화 효율(E_{norm})이 계산될 수 있다:

[0098] [수학식 7b]

$$E_{norm} = E_{byV}(\Delta V_2)$$

[0099]

[0100] 여기서, ΔV_2 는 수학식 2에 의해 계산되는 바이다.

[0101] 도 1은 소정의 OLED 디바이스에 대한 이러한 관계의 예를 도시한 것이다. 예컨대, 도 1에서, EL 이미터(50)가 새로운 값($\Delta V_2=0.3$)으로부터 전압에서 0.3V 만큼 이동된 것으로 밝혀지면, 새것인 경우 방출된 광량의 77%를 방출하는 것이 추론될 수 있다. 전류와 휘도 간의 관계는 일반적으로 선형이다. 새것인 경우 동일한 광량을 방출하기 위해, EL 이미터(50)는 온-타입에서 정규화 효율의 역수로 제공된다. 따라서, EL 이미터(50)는, 예컨대, 노화 전 시간량의 1/0.77 ~ 1.3 배로 활성화된다. 온-타입 EL 이미터(50)에서 이런 증가를 얻기 위해 펄스폭 변

조 신호의 조절은 드라이브 회로(155)를 이용한 프로세서(190)에 의해 수행될 수 있다. 하기의 식은 보상된 온-타임을 계산하기 위해 사용된다:

[0102] [수학식 9]

$$t_{E-comp} = \frac{1}{E_{norm}} E t_{data}$$

[0104] 이 수학식에서, t_{E-comp} 는 EL 효율의 변화를 보상하는데 필요한 EL 이미터(50)의 온-타임을 나타내고, E_{norm} 은 수학식 7b에 계산된 노화 EL 이미터의 효율이며, t_{data} 는 EL 이미터가 새것일 경우 소정의 발광량에 해당하는 온-타임이다.

[0105] 상기 논의에서, 전류 및 효율의 손실에 대한 보상이 별도로 거론되었다. 단일의 셀렉트 온-타임(selected on-time)을 만들기 위해 본 발명의 일실시예에서, 2개의 보상이 조합된다. 광출력은 원래 값으로 돌아가는 것이 여기에 도시되어 있으나, 이는 필요한 것이 아님에 유의하라. 예컨대, 온도가 변이된 경우, 전체 디스플레이는 변이하도록 허용될 수 있어, 온도가 모든 EL 이미터들에 동일하게 영향을 미치는 것으로 추정된다.

[0106] 수학식 8을 다시 참조하면, 보상과정에서 제 1 단계는 적분 시간과 전류가 시간에 걸쳐 일정한 식으로 EL 이미터를 구동하는 것이다. 수학식 8은 EL 이미터의 원래 량의 조절을 보상하기 위해 EL 이미터는 새것일 경우 전체 전류량을 흘려보내며 구동되는 방법을 제공한다. 효율 보상에 대해, 수학식 9는 적분 시간 및 전류의 기설정된 량으로 EL 이미터가 완전히 구동되는 것으로 가정한다. 노화가 발생하고 이런 적분 시간-전류를 얻는데 필요한 시간이 수학식 8에 기술된 바와 같이 변한 후, 수학식 9는 다음과 같이 된다:

[0107] [수학식 10]

$$t_{full-comp} = \frac{1}{E_{norm}} E t_{I-comp}$$

[0109] 수학식 10에서, $t_{full-comp}$ 는 EL 이미터의 전류 및 효율 손실을 완전히 보상하는데 필요한 시간량을 나타내고, E_{norm} 은 EL 이미터의 정규화 효율을 나타내며, t_{I-comp} 는 EL 이미터 전류의 손실을 보상하는데 필요한 온-타임을 나타낸다. E_{norm} 은 EL 서브픽셀에 대한 노화신호일 수 있으며, EL 이미터의 효율을 포함한 EL 이미터의 특징을 나타낸다. 상기에 사용된 예로 돌아가서, 완전히 보상하는데 필요한 시간에 대한 조절이 계산될 수 있다. 먼저, 50%인 것으로 추정되는 전류 손실로 인해 보상하는데 구동 시간량의 2 배의 조절이 필요한 것을 알았다. 따라서, $t_{I-comp}=2 \cdot t_{data}$ 이다. 정규화 효율은 0.77인 것으로 밝혀졌으며, 이는 완전한 구동능력을 가정하면 구동시간의 약 1.3배의 인수를 필요로 하는 것이 판단되었다. 그런 후, 수학식 10을 이용한 이들 2개 타임 스케일 인수의 조합은 $t_{full-comp}=2.6 \cdot t_{data}$ 를 제공한다. 완전한 보상을 위해, EL 이미터에 대한 노화신호는 EL 이미터의 효율과 저항을 나타내기 위해 I_{norm} 과 E_{norm} 모두를 포함할 수 있다. 따라서, 노화 신호는 2.6, 1/2.6, 또는 3개 한벌의(0.5, 0.77) 또는 (2,1.3) 또는 몇몇 조합일 수 있다.

[0110] EL 서브픽셀(60)의 동작 동안, EL 이미터가 광을 방출하는 소정 프레임 동안 시간량(t_{data})에 해당하는 입력 신호가 수신된다(단계 375). 입력 신호는 디지털 코드값, 선형 강도, 아날로그 전압 또는 해당기술분야에 공지된 다른 형태일 수 있다. 그런 후, 노화신호 및 입력신호는 상기 수학식 10에 따라 셀렉트 온-타임 $t_{full-comp}$ 을 계산하는데 사용될 수 있다. 셀렉트 온-타임을 해당하는 보상 드라이브 신호를 만드는데 사용될 수 있다(단계 380).

[0111] 예컨대, 서브프레임 기간 비율 8:4:2:1을 갖는 4비트 디지털 구동 시스템에서, 입력신호 I 및 보상 드라이브 신호(D)는 4비트 코드값($b_3b_2b_1b_0$)이며, 각 b_x 는 기간비율 2^{x-1} (예컨대, b_3 에서 8)에 해당한다. 따라서, 입력신호는 프레임($I=0000_2$; 첨자는 숫자가 표현되는 밑이다)의 0/15부터 프레임($I=1111_2$)의 15/15(100%)의 t_{data} 값을 특정한다. 수학식 10을 이용한 t_{data} 으로부터 계산된 셀렉트 온-타임 $t_{full-comp}$ 은 1/15의 가장 가까운 배수로 반올림되고 해당 드라이브 신호를 형성하기 위해 15씩 곱해진다. 예컨대, $I=3_{10}(0001_2)$ 이면, $t_{data}=3/15=0.2$ 이다. 상기 예

를 이용해, $t_{full-comp}=2.6 \cdot t_{data}=0.2$ 이다. $1/15(=0.067)$ 의 가장 가까운 배수로 반올림되면, $8/15=0.533$ 이 되어, $D=8_{10}=1000_2$ 이다. $t_{full-comp}>1.0$ 인 I 의 값, 예컨대, 이 예에서 $9_{10}(t_{full-comp}=1.56=23/15)$ 이 D 의 최대값(예컨대, 1111_2)으로 클립핑될 수 있다. 온-타임으로부터 디지털 구동 기술분야에 공지된 드라이브 신호까지의 다른 변환도 또한 본 발명과 함께 이용될 수 있다. 보상된 드라이브 신호는 참조표, 불연속적으로 선형함수들, 또는 다른 해당기술분야에 공지된 기술을 이용하여, 예컨대, 프로세서(190)에 의해 계산될 수 있다. 대안으로, t_{1-comp} 또는 t_{E-comp} 는 보상이 단지 한 효과에 필요한 경우 셀렉트 온-타임으로서 사용될 수 있다.

[0112] 드라이브 회로(155)를 이용해, 셀렉트 드라이브 전압이 드라이브 신호(D)를 보상하는데 따른 셀렉트 온-타임에 대해 드라이브 트랜지스터의 게이트 전극에 제공된다(단계 385). 이 셀렉트 온-타임은 상술한 바와 같이 복수의 활성화 서브프레임들로 분할될 수 있다. 셀렉트 온-타임에 대한 서브픽셀 활성화는 상기에 주어진 계산에 따라 EL 이미터의 특징(예컨대, 전압 및 효율)의 변화를 보상한다.

[0113] 복수의 EL 서브픽셀을 갖는 EL 디스플레이를 보상할 때, 상술한 바와 같이 각각의 서브픽셀들에 대해 각 서브픽셀은 복수의 제 1 및 제 2 이미터-전압신호를 제공하도록 측정된다. 각 서브픽셀에 대해 각각의 노화신호는 또한 상술한 바와 같이 해당 제 1 및 제 2 이미터-전압 신호를 이용해 제공된다. 각 서브픽셀에 대해 해당 입력신호가 수신되고, 해당 보상 드라이브 신호가 해당 노화신호를 이용해 상기와 같이 계산된다. 복수의 서브픽셀에서 각 서브픽셀에 해당하는 보상 드라이브 신호는 상술한 바와 같이 드라이브 신호(155)를 이용해 상기 서브픽셀의 게이트 전극에 제공된다. 이는 복수의 EL 서브픽셀에서 각 EL 이미터의 특징 변화를 보상하게 한다. 도 7b의 실시예에서, 각 트랜지스터에 대한 각각의 제 1 및 제 2 트랜지스터-전압 신호가 측정될 수 있고 복수의 EL 서브픽셀 각각에 대한 해당 노화신호를 생성하는데 사용될 수 있다.

[0114] 바람직한 실시예에서, 본 발명은 탕 등(Tang et al.)의 미국특허 4,769,292 및 반슬리케 등(Vanslyke et al.)의 미국특허 5,061,569에 개시되어 있으나 이에 국한되지 않는 작은 분자나 폴리머 OLEDs로 구성된 유기 발광다이오드(OLEDs)를 포함한 디스플레이에 이용된다. 유기 발광재료의 많은 조합과 변형들이 이런 디스플레이를 제조하는데 사용될 수 있다. EL 이미터(50)가 OLED 이미터인 경우, EL 서브픽셀(60)은 OLED 서브픽셀이다.

[0115] 본 발명은 소정의 바람직한 실시예에 대해 특별한 참조로 상세히 상세히 기술되어 있으나 본 발명의 기술사상과 범위내에 변형 및 변경이 달성될 수 있음을 이해한다. 예컨대, 도 4에 도시된 실시예는 논인버터, NMOS 서브픽셀이다. 해당기술분야에 알려진 다른 구성들도 본 발명에 이용될 수 있다. EL 이미터(50)는 해당기술분야에 공지된 OLED 이미터 또는 다른 이미터 타입일 수 있다. 드라이버 트랜지스터(70) 및 다른 트랜지스터(80,90)는 저온 폴리실리콘(LTPS), 아연산화물(ZnO), 비정질 실리콘(a-Si) 트랜지스터 또는 해당기술분야에 공지된 또 다른 타입의 트랜지스터일 수 있다. 각 트랜지스터(70,80,90)는 N채널 또는 P채널일 수 있고, EL 이미터(50)는 인버터 또는 논인버터 배열의 드라이브 트랜지스터(70)에 연결될 수 있다. 해당기술분야에 공지된 바와 같은 인터티 구성에서, 제 1 및 제 2 전원의 극성이 반대이며, EL 이미터(50)는 드라이브 트랜지스터로 나가기 보다는 드라이브 트랜지스터로 전류를 통하게 한다. 즉, EL 이미터(50)를 전류를 인출하게 전류싱크로서 행동한다. 마찬가지로, 전류싱크(165)는 음의 전류 싱크한다. 즉, 드라이브 트랜지스터(70)를 통해 전류를 기울이도록 하는 전류원으로서 행동한다.

[0116] 디지털 드라이브 구성의 변형 및 변경이 있을 수 있고 또한 본 발명의 기술사상 및 범위내에 있다. 예컨대, 각 픽셀의 온-타임은 서브프레임들로 나누어지기 보다는 연속일 수 있거나, 서브프레임들이 다양한 크기로 있을 수 있다. 더 긴 서브프레임들은 해당기술분야에 공지된 바와 같이 여러 서브-윈도우로 나누어질 수 있다.

[0117] 본 발명은 몇몇 바람직한 실시예를 특별히 참조로 상세히 기술하였으나, 본 발명의 범위내에 변형 및 변경이 행해질 수 있음이 이해된다.

부호의 설명

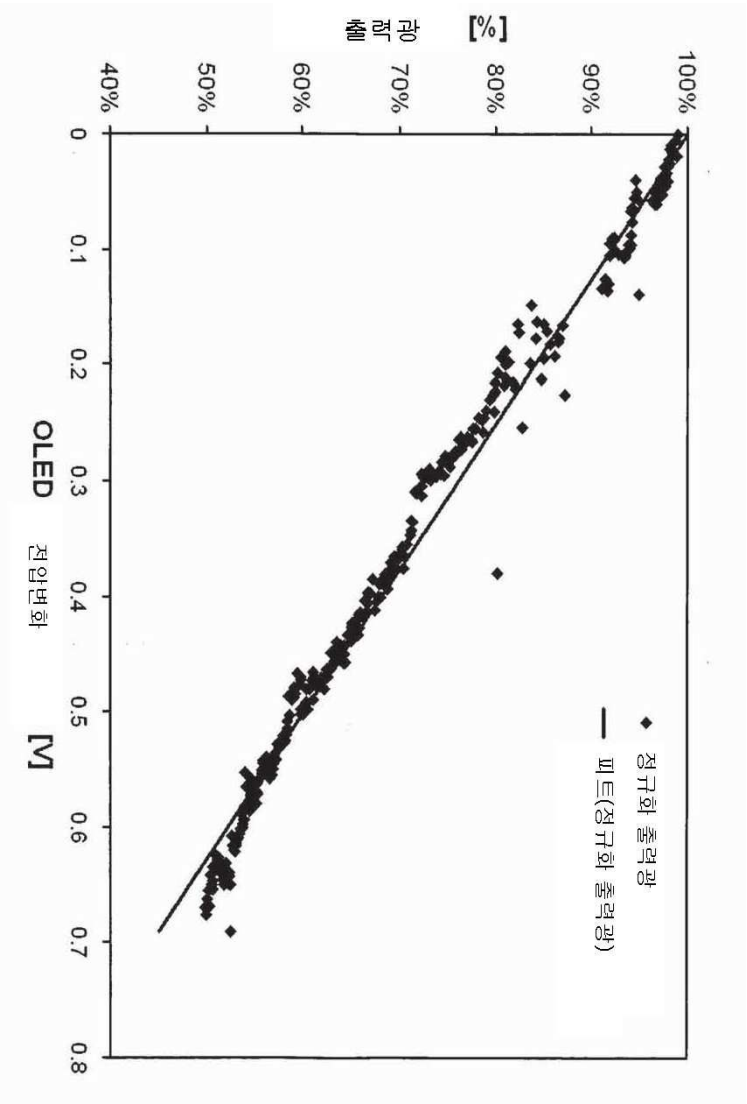
- [0118] 2 곡선 피트
- 10 EL 디스플레이
- 20 셀렉트 라인
- 30 리드아웃 라인
- 35 데이터 라인

40 멀티플렉서
 45 멀티플렉서 출력라인
 50 EL 이미터
 60 EL 서브픽셀
 65 온도 센서
 70 드라이브 트랜지스터
 75 커패시터
 80 리드아웃 트랜지스터
 85 입력 신호
 90 셀렉트 트랜지스터
 95 컨트롤 라인
 110 제 1 스위치
 120 제 2 스위치
 130 제 3 스위치
 131 제 4 스위치
 140 제 1 전압원
 150 제 2 전압원
 155 드라이버 회로
 160 전류원
 165 전류싱크
 170 전압측정회로
 180 저역통과필터
 185 아날로그-디지털 컨버터
 190 프로세서
 195 메모리
 310 단계
 315 단계
 320 단계
 322 단계
 325 단계
 330 판단단계
 332 판단단계
 335 판단단계
 340 단계
 345 단계
 350 단계

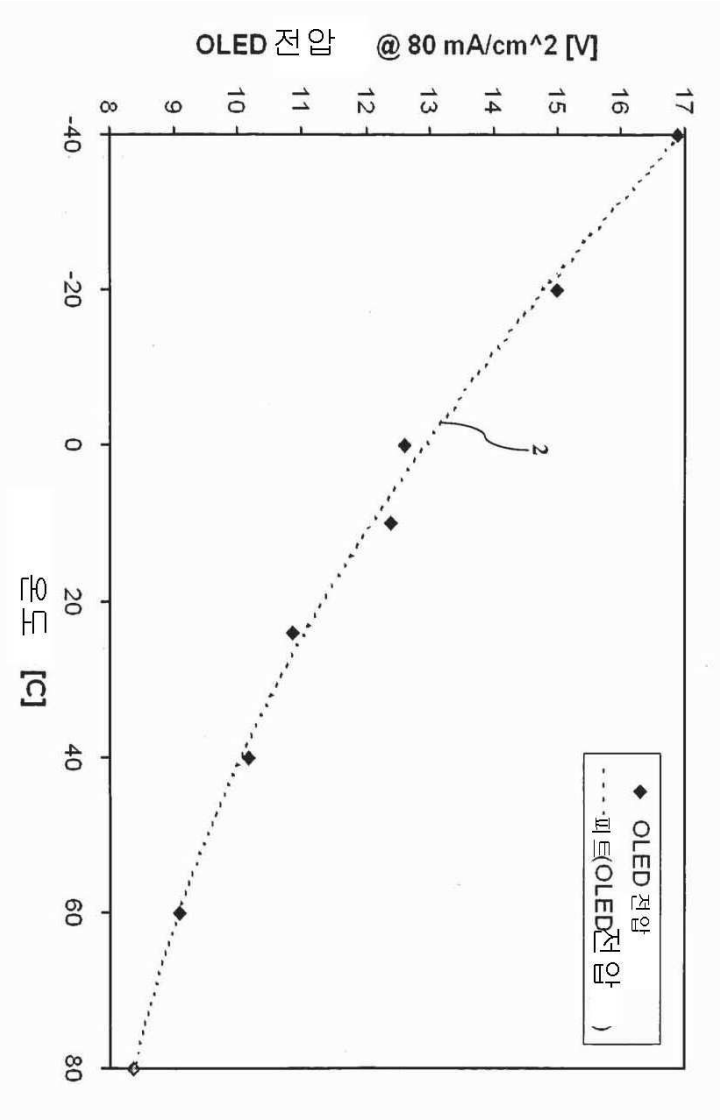
355 판단단계
360 판단단계
370 단계
375 단계
380 단계
385 단계
410 측
420 프레임 주기
430 측
440 서브프레임
450 서브프레임
460 서브프레임
470 서브프레임
601 드라이브 트랜지스터 로드라인
602 초기 OLED 로드라인
603 노화 OLED 로드라인
610 점
611 점
620 점
622 점
623 점
624 점
625 점
631 전압
632 전압
640 선형 피트
641 선형 피트
642 선형 피트
680a 전압 간격
680b 전압 간격
681a 전류 간격
681b 전류 간격
690 제 1 전류
691 제 2 전류
692 테스트 전류
693 노화 전류

도면

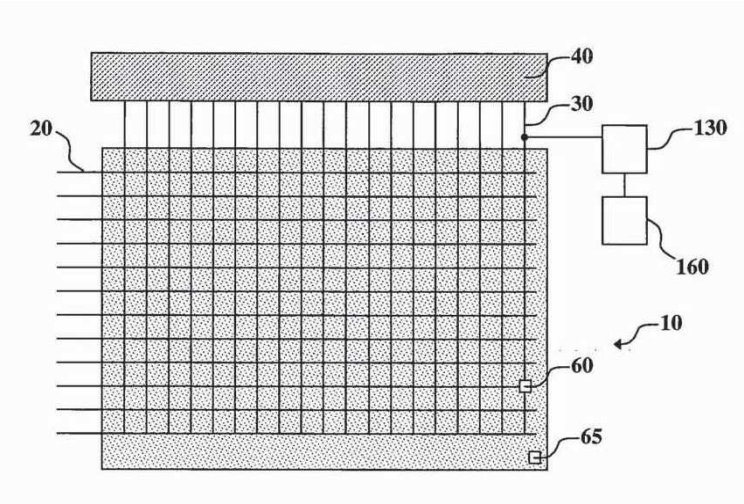
도면1



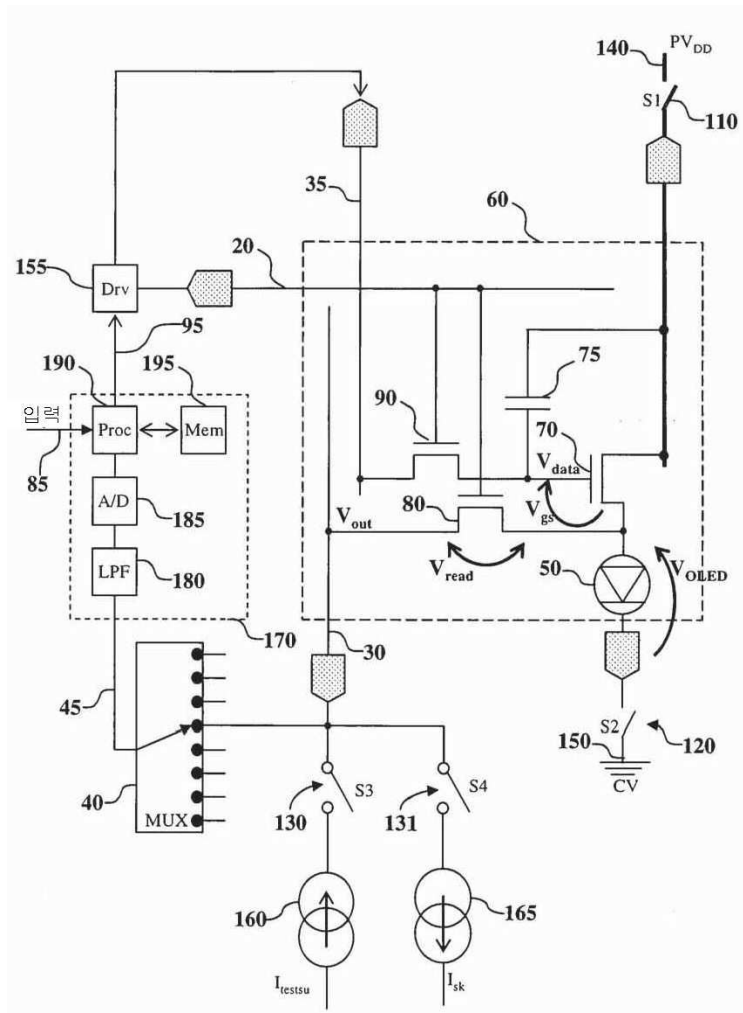
도면2



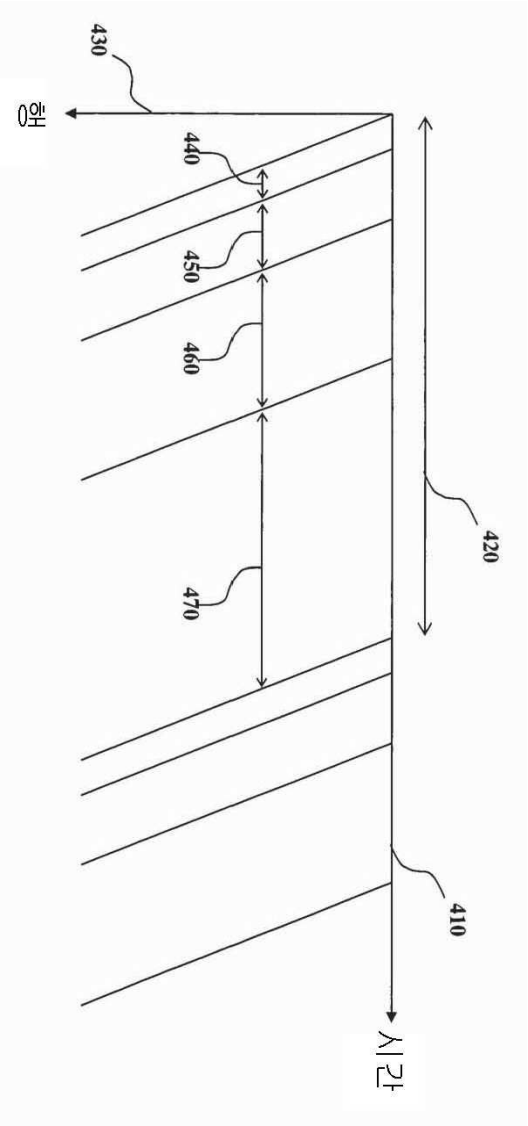
도면3



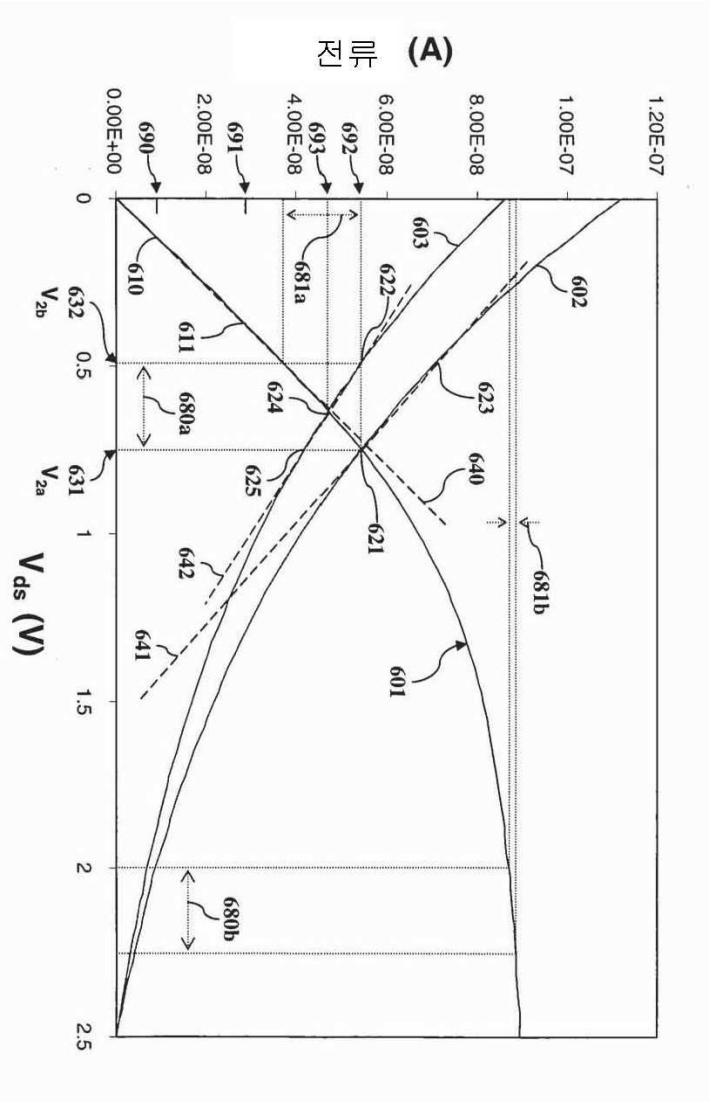
도면4



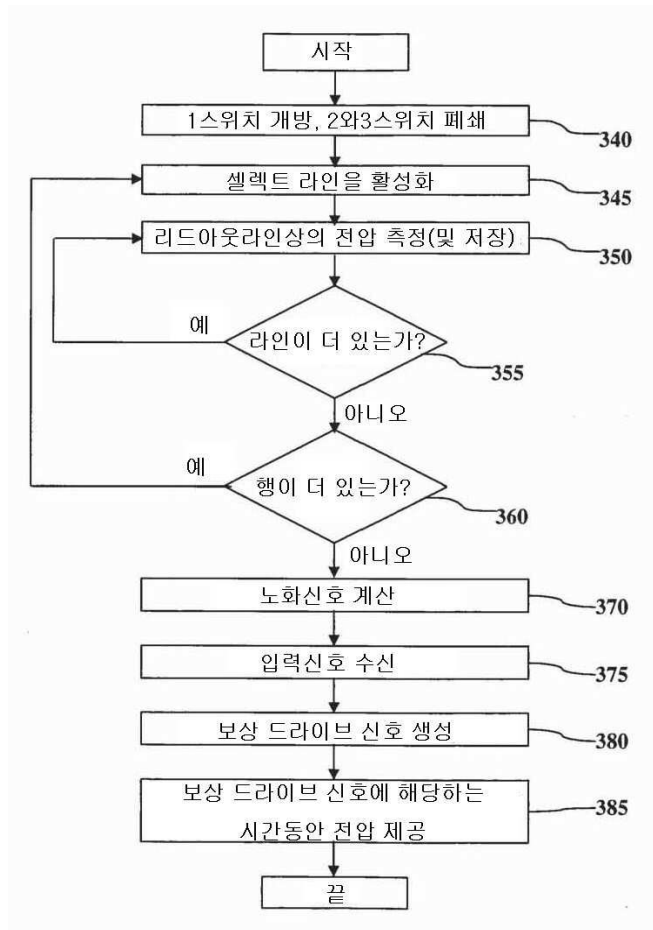
도면5



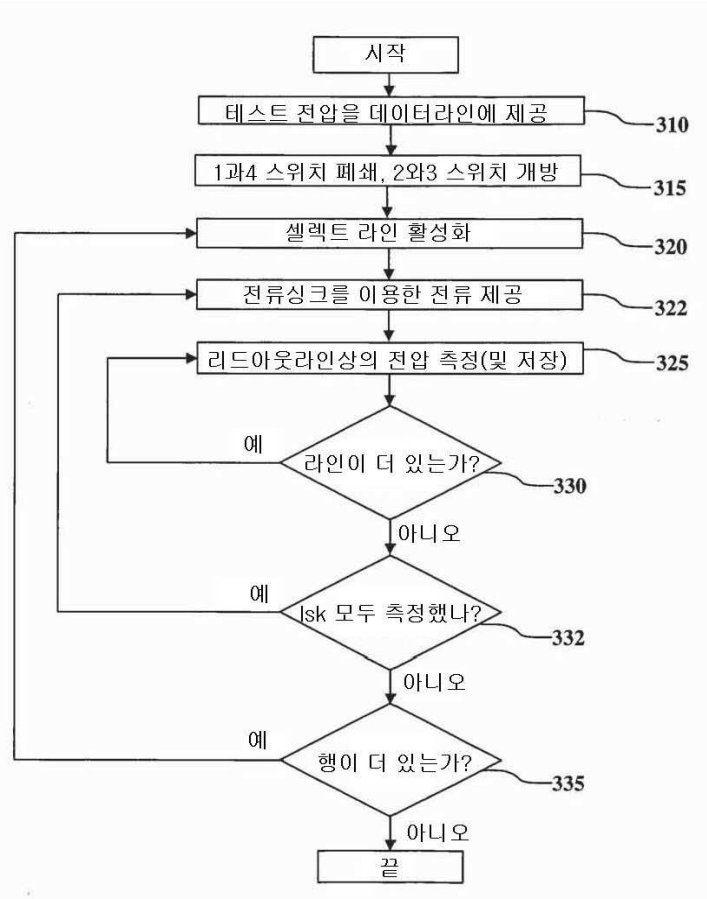
도면6



도면7a



도면7b



도면8

